

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Juli 2005 (07.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/061869 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02B 29/04**, F01P 7/16

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/014249

(22) Internationales Anmeldedatum: 15. Dezember 2004 (15.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 103 60 400.6 19. Dezember 2003 (19.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BEHR GMBH & CO. KG [DE/DE]; Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart (DE). BEHR THERMOT-TRONIK

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOLZBAUR, Thomas [DE/DE]; Brunnenwiesenstrasse 44B, 70619 Stuttgart (DE). MÜLLER, Rolf [DE/DE]; Heinrich-Heine-Strasse 5, 71642 Ludwigsburg (DE). PANTOW, Eberhard [DE/DE]; Ellen-Key-Weg 8, 71696 Möglingen (DE). PARMENTIER, Sarah [FR/DE]; Schulstrasse 21, 70839 Gerlingen (DE). WILLERS, Eike [DE/DE]; Kräherstrasse 2, 70469 Stuttgart (DE).

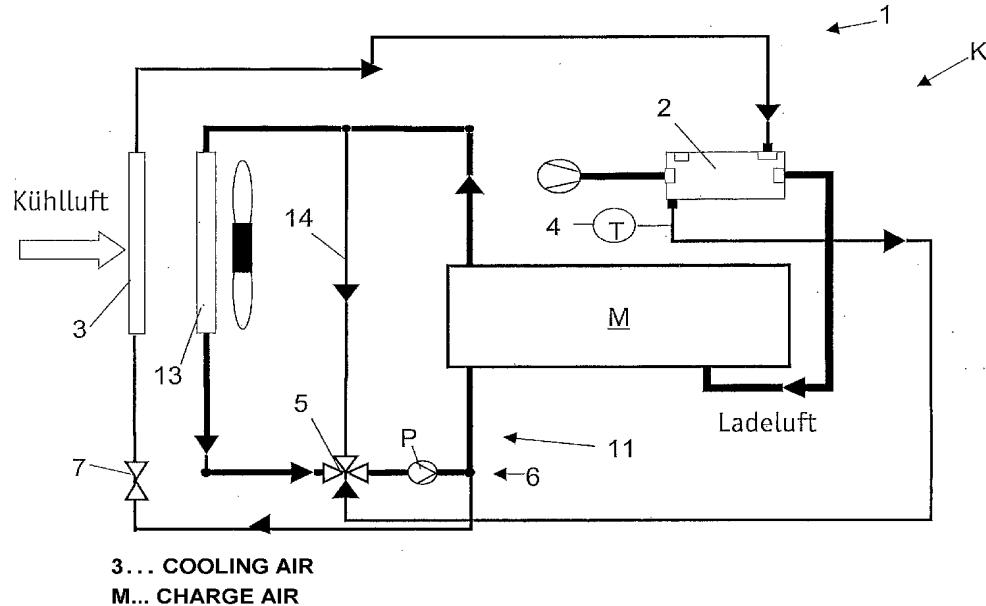
(74) Gemeinsamer Vertreter: BEHR GMBH & CO. KG; Intellectual Property, G-IP, Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** CIRCUIT ARRANGEMENT FOR THE COOLING OF CHARGE AIR AND METHOD FOR OPERATION OF SUCH A CIRCUIT ARRANGEMENT

(54) **Bezeichnung:** KREISLAUFANORDNUNG ZUR KÜHLUNG VON LADELUFT UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER DERARTIGEN KREISLAUFANORDNUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a circuit arrangement (K), with a low-temperature coolant circuit (1) for the cooling of charge air on a motor vehicle with a charging device, comprising a charge air/coolant cooler (2). A temperature sensor (4) is provided at the exit of the coolant from the charge air/coolant cooler (2), or directly thereafter, for the measurement of the coolant exit temperature. The invention further relates to a method for operation of such a circuit arrangement (K).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/061869 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kreislaufanordnung (K) mit einem Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf (1) zur Kühlung von Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Aufladegerät mit einem Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (2), wobei ein Temperatur-Sensor (4) am Kühlmittelaustritt des Ladeluft/KühlmittelKühlers (2) oder kurz danach zur Messung der Kühlmittelaustritts Temperatur vorgesehen ist, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Kreislaufanordnung (K).

5 BEHR GmbH & Co. KG BEHR THERMOT-tronik GmbH
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart Enzstraße 25, 70806 Kornwestheim

10 **Kreislaufanordnung zur Kühlung von Ladeluft und Verfahren zum
Betreiben einer derartigen Kreislaufanordnung**

15 Die Erfindung betrifft eine Kreislaufanordnung zur Kühlung von Ladeluft bei
einem Kraftfahrzeug mit einem Aufladegerät gemäß dem Oberbegriff des
Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Kreis-
laufanordnung.

20 Gemäß dem Stand der Technik werden zur Leistungssteigerung von Moto-
ren Aufladegeräte zur Erhöhung des Luftdurchsatzes im Motor verwendet.
Bei der hierfür erforderlichen Verdichtung wird die Luft, im Folgenden als
Ladeluft bezeichnet, jedoch auf Grund der Kompression im Aufladegerät er-
wärmst. Um den mit der Erwärmung der Ladeluft einhergehenden Dichtever-
lust zu kompensieren, d.h. die Luftdichte zu erhöhen, werden Luftkühler ver-
wendet, die vorne im Kühlmodul angeordnet sind und zur Kühlung der
Ladeluft dienen. Die Ladeluft strömt dabei durch einen Wärmetauscher, der
von Umgebungsluft durchströmt und damit gekühlt wird. Dadurch ist eine
Abkühlung der Ladeluft auf eine Temperatur möglich, die bei voller Motorlei-
stung etwa 15 K über der Temperatur der Umgebungsluft liegt.

25 30 35 Ferner ist bekannt, dass die Kühlung der Ladeluft über einen Kühlmittel-
kreislauf erfolgt, beispielsweise einem Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf,
in dem das Kühlmittel auf sehr niedrige Temperaturen herabgekühlt wird. Mit
diesem kalten Kühlmittel wird die Ladeluft in einem Ladeluft/Kühlmittel-
Kühler auf eine vorgegebene Kühltemperatur heruntergekühlt. Für die Ver-

- 2 -

schaltung des Niedertemperatur-Kühlmittelkreislaufs gibt es zwei Varianten, nämlich eine Integration des Niedertemperatur-Kühlmittelkreislaufs in einen Nebenkreislauf des Motorkühlsystems oder eine Ausgestaltung in Form eines separaten Kühlmittelkreislaufs. In Fig. 8 ist ein bekannter Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf 1 für eine indirekte Ladeluftkühlung dargestellt. Die vom Verdichter des Aufladegerätes V kommende Ladeluft wird in einem Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 2 gekühlt und anschließend dem Motor M zugeführt. Eine Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf-Pumpe NP wälzt das Kühlmittel im Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf 1 um. Hierbei gelangt das Kühlmittel von der Pumpe NP zum Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 2, in dem das Kühlmittel die Ladeluft kühlt, zu einem Niedertemperatur-Kühlmittel-Kühler 3. Neben dem Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf 1 ist ein Haupt-Kühlmittelkreislauf 11 vorgesehen. Das Kühlmittel des Haupt-Kühlmittelkreislaufs 11 wird mittels einer Pumpe P umgewälzt und gelangt von der Pumpe P kommend zum Motor M. Je nach der Temperatur des Kühlmittels wird dieses, geregelt mit Hilfe eines Thermostats 12, zum Haupt-Kühler 13 und wieder zur Pumpe P oder über einen Bypass 14 vorbei am Haupt-Kühler 13 direkt zur Pumpe P geleitet. In einem Temperatur-Übergangsbereich erfolgt eine Aufteilung der Kühlmittelströmung am Thermostat 12 in einen Teilstrom zum Haupt-Kühler 13 und einen Teilstrom über den Bypass 14.

Eine derartige Kreislaufanordnung lässt noch Wünsche offen.

25 Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Kreislaufanordnung der eingangs genannten Art zu verbessern.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Kreislaufanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

30 Erfindungsgemäß ist eine Kreislaufanordnung mit einem Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf zur Kühlung von Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Aufladegerät mit einem Ladeluft/Kühlmittel-Kühler vorgesehen, wobei ein Temperatur-Sensor am Kühlmittelaustritt des Ladeluft/Kühlmittel-Kühlers oder kurz danach zur Messung der Kühlmittelaustritts-Temperatur vorgese-

hen ist. Dies ermöglicht eine Kühlmitteldurchsatzregelung in Abhängigkeit der Kühlmittelaustritts-Temperatur des Kühlmittels aus dem Lade-
luft/Kühlmittel-Kühler. Hierbei kann der Sensor in den Austritt aus dem
5 Ladeluft/Kühlmittel-Kühler integriert sein oder aber kurz nach dem Lade-
luft/Kühlmittel-Kühler angeordnet sein, wobei der Abstand zum Lade-
luft/Kühlmittel-Kühler möglichst klein sein sollte, um eine optimale und insbe-
sondere schnelle Regelung zu gewährleisten.

10 Die Temperatur kann über einen Temperatur-Sensor, der als Thermostat
ausgebildet ist, direkt ermittelt werden, wobei durch diese Ausgestaltung
kein separat ausgebildetes Regelventil oder eine andere Vorrichtung zur
Regelung des Kühlmittelvolumenstroms erforderlich ist. Ist ein einfacher
15 Temperatur-Sensor vorgesehen, so erfolgt eine Kühlmittelvolumenstromre-
gelung anhand des Messwerts mittels eines Regelventils oder einer anderen
Vorrichtung zur Regelung des Kühlmittelvolumenstroms. Dabei kann das
Regelventil o.ä. vor einem Niedertemperatur-Kühlmittel-Kühler und vor dem
Ladeluft/Kühlmittel-Kühler angeordnet sein. Alternativ kann es auch nach
dem Temperatur-Sensor angeordnet sein.

20 Der Temperatur-Sensor ist bevorzugt in ein der Kühlmittelleitung dienendes
Kunststoffteil, insbesondere ein Kunststoff-Spritzgussteil, integriert.

25 Bevorzugt ist der Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf mit einem Haupt-
Kühlmittelkreislauf verbunden, so dass ein Austausch von Kühlmittel zwi-
schen beiden Kühlmittelkreisläufen erfolgt.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele unter
Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

30 Fig. 1 eine Kreislaufanordnung gemäß dem ersten Ausführungs-
beispiel,

35 Fig. 2 eine Thermostatkennlinie für die Regelung des Niedertempe-
ratur-Kühlmittel-Volumenstroms mit dem Volumenstromanteil
des Niedertemperatur-Kühlmittelkreislaufs in Verhältnis zu dem

- 4 -

des Haupt-Kühlmittelkreislaufs über der Kühlmittel-Temperatur am Austritt des Ladeluft/Kühlmittel-Kühlers,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Ladeluft/Kühlmittel-Kühlers,

5

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer Variante der Anordnung eines Sensors,

Fig. 5 eine Ansicht auf Fig. 4 von unten,

10

Fig. 6 ein Diagramm zur Darstellung der Optimierung des Kühlmittel-Volumenstroms des Niedertemperatur-Kühlmittel-Kühlers für unterschiedliche Betriebspunkte, wobei die Temperatur der Ladeluft über dem Volumenstromanteil des Niedertemperatur-Kühlmittelkreislaufs im Verhältnis zu dem des Haupt-Kühlmittelkreislaufs dargestellt ist,

15

Fig. 7 eine Kreislaufanordnung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, und

20

Fig. 8 eine Kreislaufanordnung gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 1 zeigt eine Kreislaufanordnung K, welche zur Ladeluft-Kühlung und der Motor-Kühlung dient. Hierbei ist ein Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf 1 mit einem Haupt-Kühlmittelkreislauf 11 gekoppelt. Im der Ladeluft-Kühlung dienenden Teil der Kreislaufanordnung K ist ein Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 2 und ein diesem direkt nachgeordneter Sensor 4 angeordnet. Über ein Thermostat 5 gelangt das Kühlmittel zur Pumpe P. Hiernach ist eine Verzweigung 6 vorgesehen, wobei der zum Motor M führende Teil an späterer Stelle näher erläutert wird. Nach der Verzweigung 6 gelangt das Kühlmittel über ein Regelventil 7 zum Niedertemperatur-Kühlmittel-Kühler 3 und wiederum zum Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 2, in dem die verdichtete Ladeluft gekühlt wird. Der andere Teil des Kühlmittels wird nach der Verzweigung 6 zum Motor M geführt. Je nach Temperatur des Kühlmittels wird dasselbe vollständig durch einen Haupt-Kühlmittel-Kühler 13 oder einen Bypass 14 und wieder zum

25

30

35

Thermostat 5 geleitet, oder es erfolgt eine Aufteilung in Teilströme durch den Haupt-Kühlmittel-Kühler 13 und den Bypass 14.

5 Zur Optimierung der indirekten Ladeluftkühlung ist eine Kühlmitteldurchsatz-
regelung im Niedertemperatur-Kühlmittel-Kreislauf vorgesehen. Hierbei ist
die optimale Kühlmittel-Austrittstemperatur aus dem Ladeluft/Kühlmittel-
Kühler 2 nahezu unabhängig von der Außentemperatur. Der in Fig. 6 darge-
10 stellte Zusammenhang besitzt daher für einen großen Umgebungstempera-
turbereich Gültigkeit. Um schnell auf Lastwechsel reagieren zu können, ist
der Temperatur-Sensor 4 möglichst unmittelbar am Kühlmittel-Austritt des
Ladeluft/Kühlmittel-Kühlers 2 angeordnet. Mittels der vom Sensor 4 ermittel-
ten Messwerte wird der Kühlmitteldurchsatz auf an sich bekannte Weise ge-
regelt.

15 20 Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Sensor 4 in den
Kühlmittel-Austritt des Ladeluft/Kühlmittel-Kühlers 2 integriert, wie Fig. 3 ent-
nommen werden kann. Auf Grund der Problematik bei der Integration in ei-
nen Metall-Wärmetauscher wird gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der
Sensor 4 in ein Spritzguss-Kunststoffteil integriert, das gleichzeitig der Ver-
teilung des Kühlmittels dient.

25 Eine Variante der Anordnung des Sensors 4 in dem Ladeluft/Kühlmittel-
Kühler 2 ist in den Figuren 4 und 5 dargestellt. Hierbei wird der Temperatur-
Sensor 4 durch einen Thermostat gebildet, der ein Dehnstoffelement als
Aktuator aufweist. Hierbei hat der Thermostat einen minimalen Durchsatz
30 (Leckage), der nötig ist, um zu garantieren, dass die Information über die
Temperatur des Kühlmittels bei einem Lastsprung schnell zum Aktuator ge-
langt und zur Ladeluftkühlung im Schwachlastbereich ausreicht. Der maxi-
male Durchsatz ist derart bemessen, dass bei Volllast ein lokales Sieden des
Kühlmittels, insbesondere im Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 2 oder danach, ver-
mieden wird. Öffnungsbeginn und -ende richten sich nach den für die opti-
male Durchsatzregelung erforderlichen Temperaturniveau (vgl. in Fig. 2 dar-
gestellte Thermostatkennlinie). Der Bereich zwischen Leckagedurchsatz und
35 maximalem Durchsatz ist so definiert, dass der Start der Thermostat-Öffnung
im Temperaturbereich zwischen 40°C und 60°C des Kühlmittels am Austritt

- 6 -

des Ladeluft/Kühlmittel-Kühlers 2 liegt, und die Voll-Öffnung des Thermostats zwischen 90°C und 110°C Kühlmittel-Temperatur an der Messstelle erreicht ist. Hierbei ist bei Voll-Öffnung des Thermostats der Kühlmitteldurchsatz zwei- bis viermal so groß, wie die eingestellte Leckage im geschlossenen Zustand des Thermostats. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Verlauf der Kühlmittel-Volumenstromzunahme linear, kann jedoch auch progressiv, degressiv oder unstetig verlaufend ausgebildet sein.

10 Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erfolgt – im Gegensatz zu der direkten Regelung über das Thermostat – eine Regelung in Abhängigkeit der vom Temperatur-Sensor 4 ermittelten Temperatur des Kühlmittels über das Regelventil 7, welches vor dem Niedertemperatur-Kühlmittel-Kühler 3 im Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf 1 angeordnet ist.

15 Fig. 7 zeigt eine Kreislaufanordnung K gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel. Hierbei ist das Regelventil 7 hinter dem Temperatur-Sensor 4 angeordnet. Ansonsten stimmt die Kreislaufanordnung K des zweiten Ausführungsbeispiels mit der des ersten Ausführungsbeispiels im Wesentlichen, das heißt bis auf die Anordnung des Thermostats 5 an der Abzweigung des Bypasses im Haupt-Kühlmittelkreislauf und nicht an der Rückführung des Bypasses in den Haupt-Kühlmittelkreislauf, überein.

20 Eine Regelung des Kühlmitteldurchsatzes durch den Ladeluft/Kühlmittelkühler erfolgt insbesondere durch einen elektrischen Steller und/oder durch eine Beheizung des Temperatursensors, insbesondere des Thermostats.

25 Bevorzugt erfolgt die Regelung des Kühlmitteldurchsatzes durch den Ladeluft/Kühlmittelkühler unter Einbeziehung einer Drehzahl und/oder oder Last, insbesondere eines Antriebsmotors des Kraftfahrzeugs, einer Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, einer Außentemperatur und/oder eines Umgebungsdruckes.

5

B e z u g s z e i c h e n l i s t e

- 10 1 Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf
- 2 Ladeluft/Kühlmittel-Kühler
- 3 Niedertemperatur-Kühlmittel-Kühler
- 4 Sensor
- 5 Thermostat
- 15 6 Verzweigung
- 7 Regelventil
- 11 Haupt-Kühlmittelkreislauf
- 13 Haupt-Kühlmittel-Kühler
- 14 Bypass
- 20 K Kreislaufanordnung
- M Motor
- NP Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf-Pumpe
- P Pumpe

P a t e n t a n s p r ü c h e

10 1. Kreislaufanordnung mit einem Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf (1) zur Kühlung von Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Aufladege-
rät mit einem Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Temperatur-Sensor (4) am Kühlmittelaustritt des Lade-
luft/Kühlmittel-Kühlers (2) oder kurz danach zur Messung der Kühlmit-
15 telaustritts-Temperatur vorgesehen ist.

20 2. Kreislaufanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kühlmitteldurchsatzregelung in Abhängigkeit der ermittelten Kühl-
mittel-Temperatur vorgesehen ist.

25 3. Kreislaufanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatur-Sensor (4) ein Thermostat ist.

4. Kreislaufanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-
25 durch gekennzeichnet, dass der Temperatur-Sensor (4) in ein der Kühlmittelleitung dienendes Kunststoffteil integriert ist.

30 5. Kreislaufanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffteil mittels Kunststoff-Spritzgießens hergestellt ist.

35 6. Kreislaufanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-
durch gekennzeichnet, dass der Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf (1) mit einem Haupt-Kühlmittelkreislauf (11) verbunden ist, so dass ein Austausch von Kühlmittel erfolgt.

- 9 -

7. Kreislaufanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf (1) ein Regelventil (7) angeordnet ist.
- 5 8. Kreislaufanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Regelventil (7) vor einem Niedertemperatur-Kühlmittel-Kühler (3) oder vor dem Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (2) angeordnet ist.
- 10 9. Kreislaufanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (2) kommende Kühlmittel vor einer Pumpe (P) einem Haupt-Kühlmittelkreislauf (11) zugeführt wird.
- 15 10. Verfahren zum Betreiben einer Kreislaufanordnung (K) mit einem Niedertemperatur-Kreislauf (1) zur Kühlung von Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Aufladegerät mit einem Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelung des Kühlmitteldurchsatzes durch den Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (2) in Abhängigkeit der am Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (2) ermittelten Kühlmittel-Temperatur erfolgt.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung des Kühlmitteldurchsatzes durch den Ladeluft/Kühlmittelkühler unter Einbeziehung einer Drehzahl und/oder oder Last, insbesondere eines Antriebsmotors des Kraftfahrzeugs, einer Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, einer Außentemperatur und/oder eines Umgebungsdruckes erfolgt.

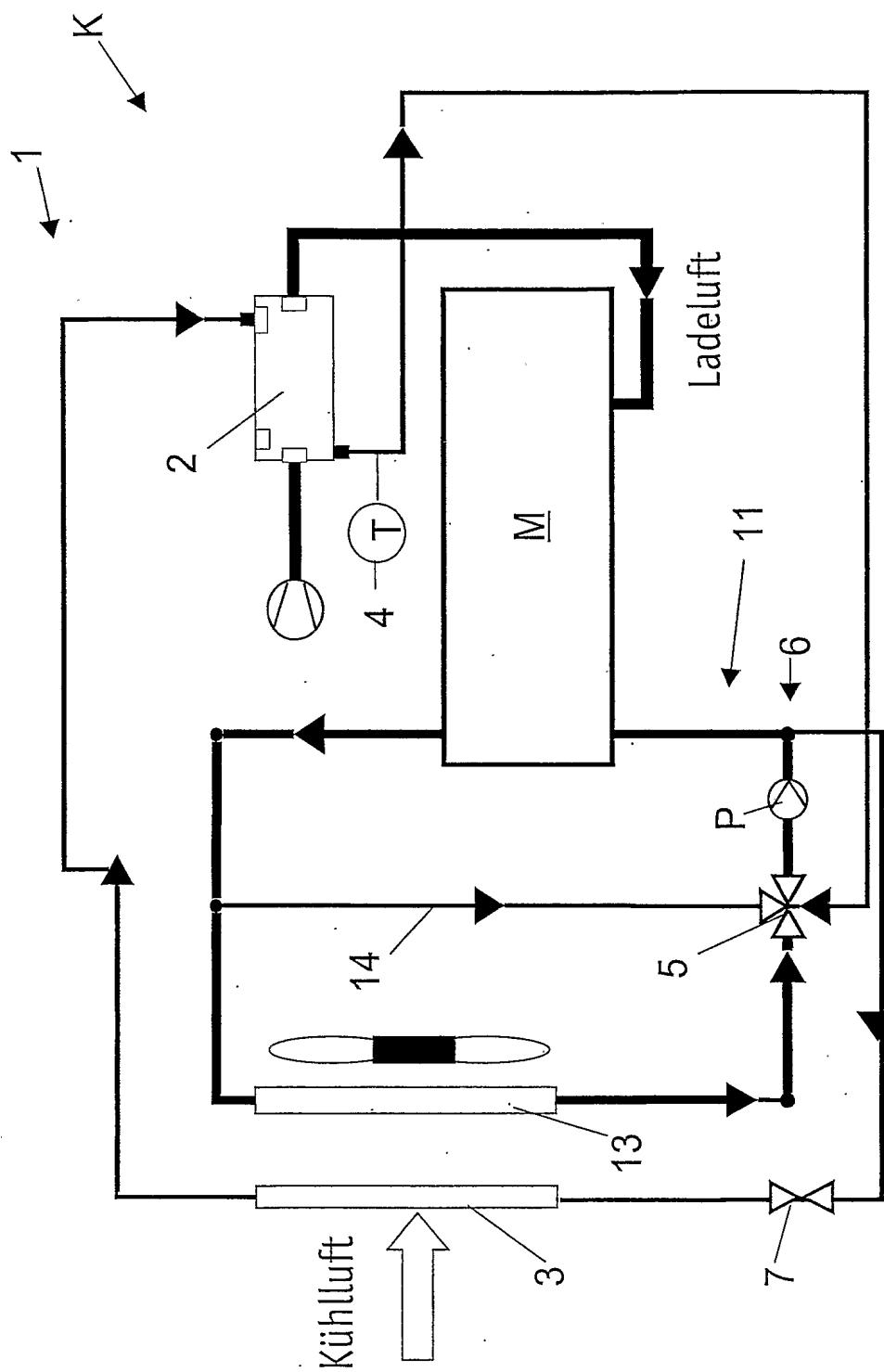


Fig. 1

Beispiel einer Thermostatkennlinie für die Regelung des Niedertemperaturkühlmittel-Volumenstroms

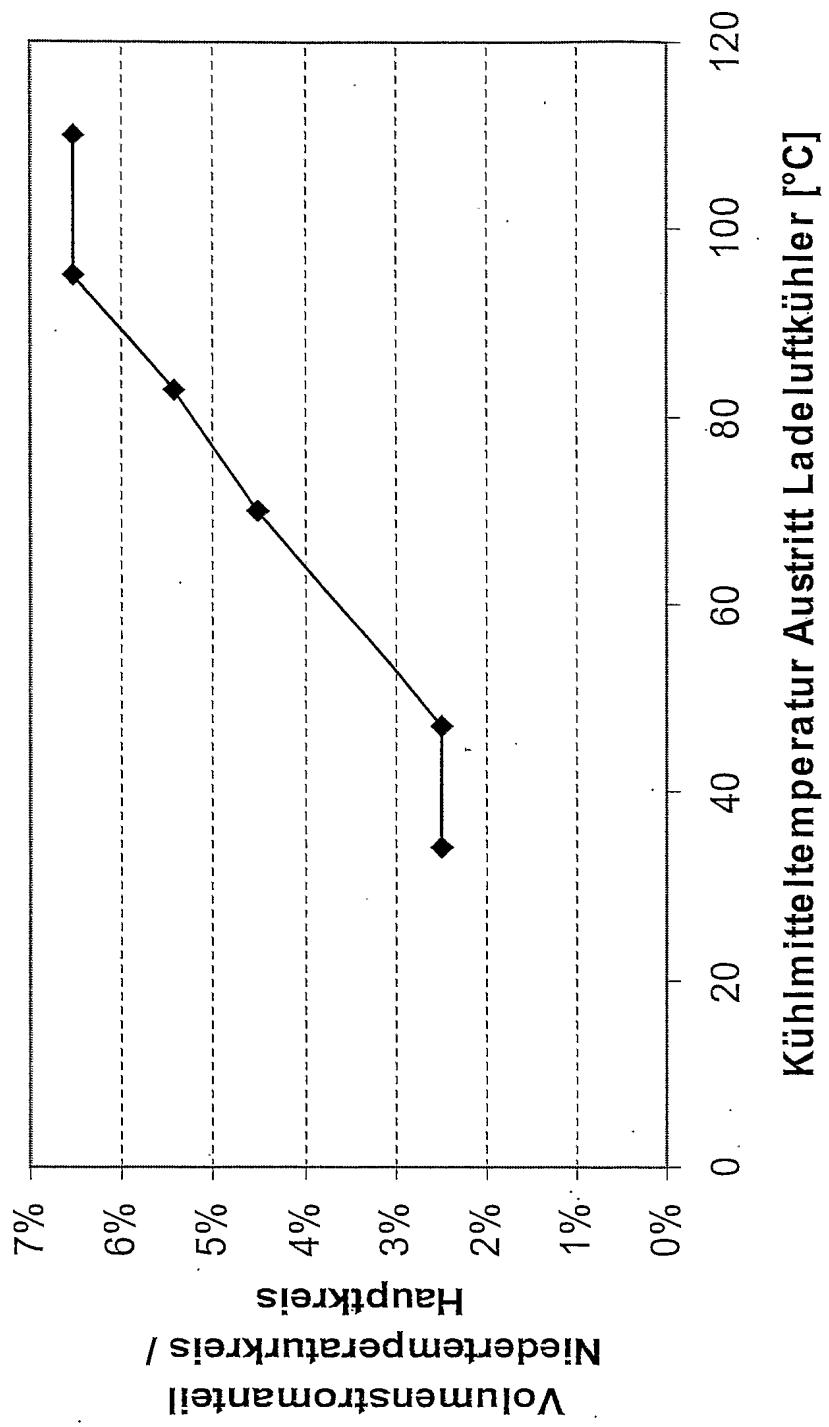


Fig. 2

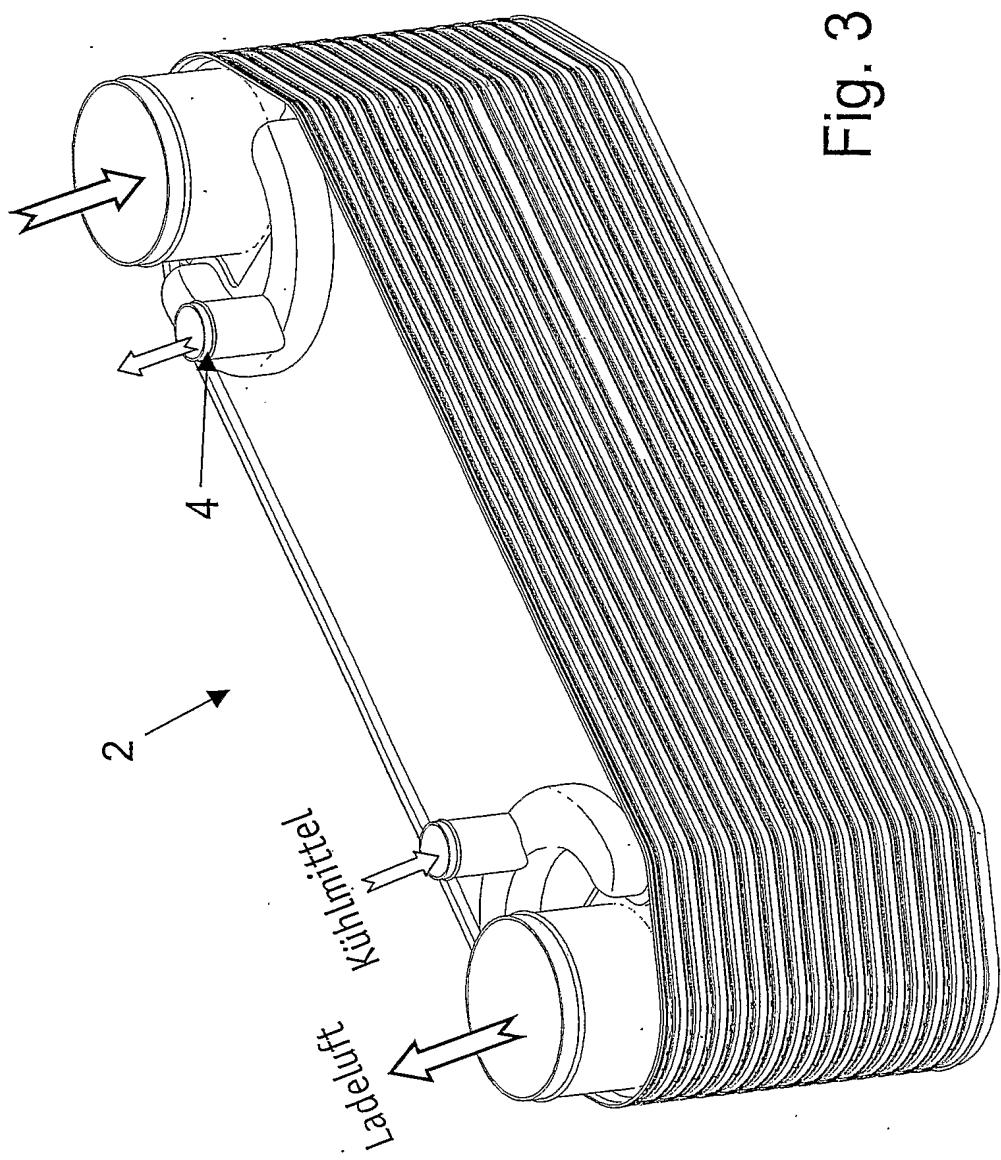
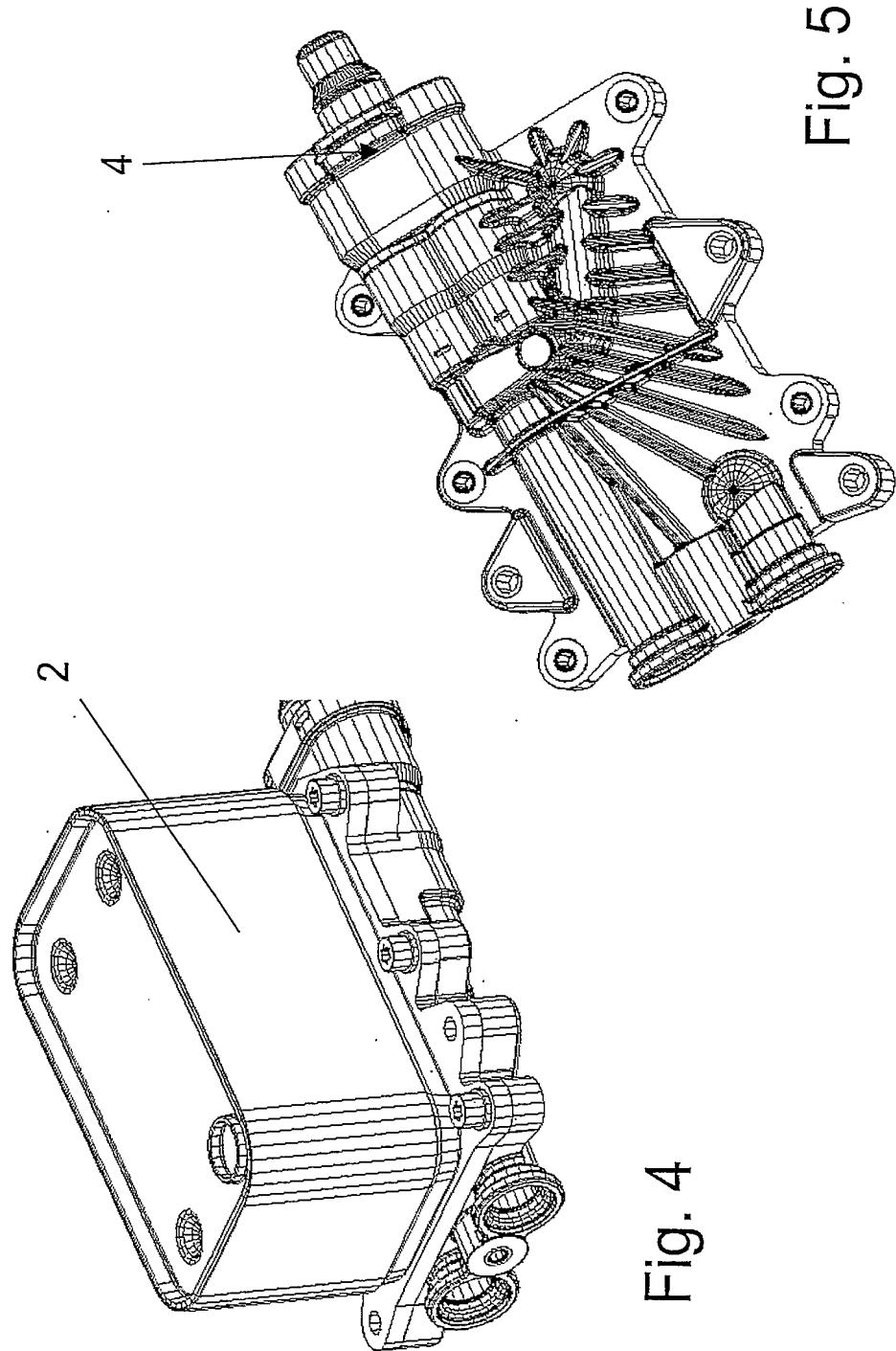


Fig. 3



Optimaler Kühlmittelvolumenstrom Niedertemperaturkühlmittel für unterschiedliche Betriebspunkte

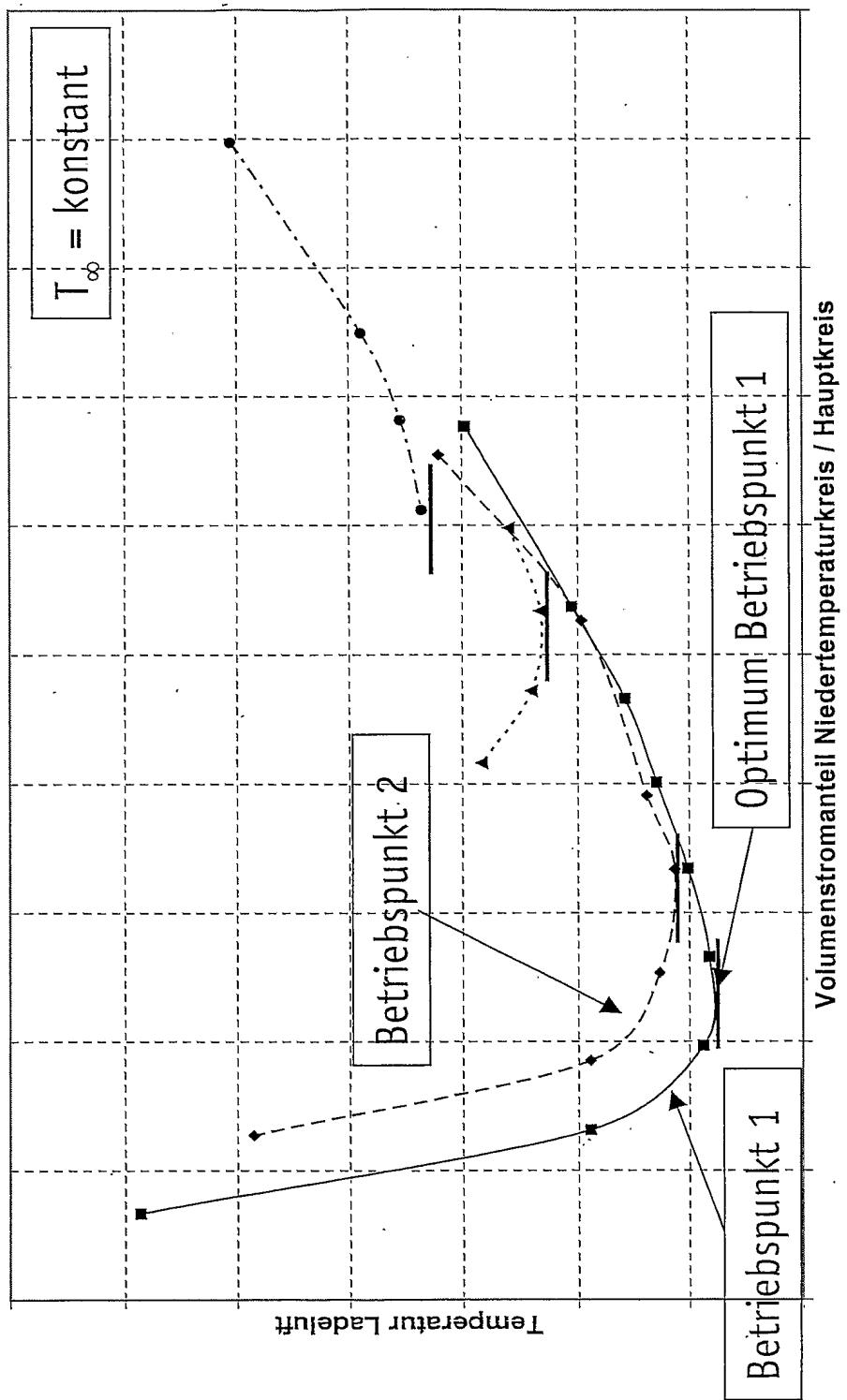
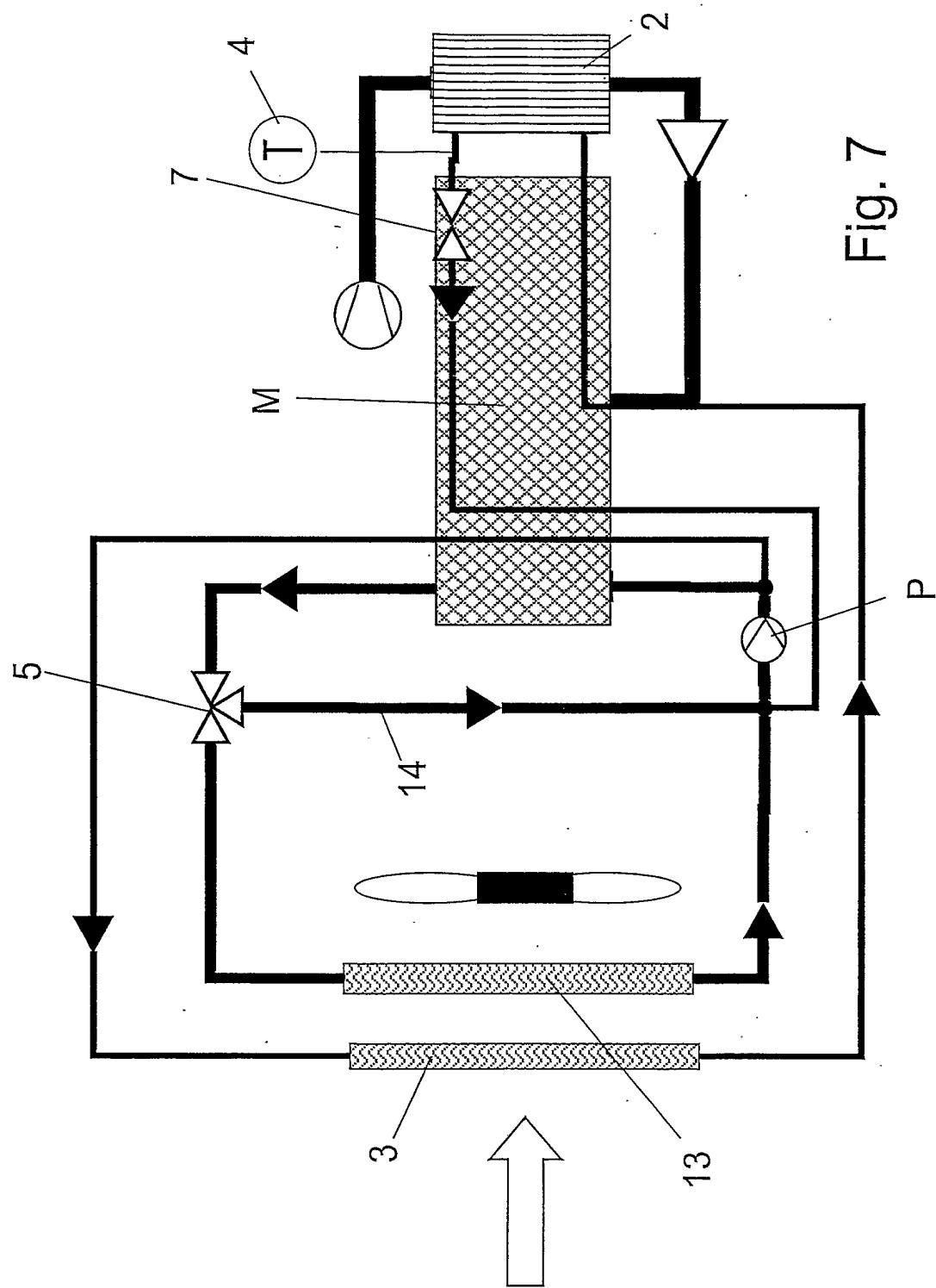


Fig. 6



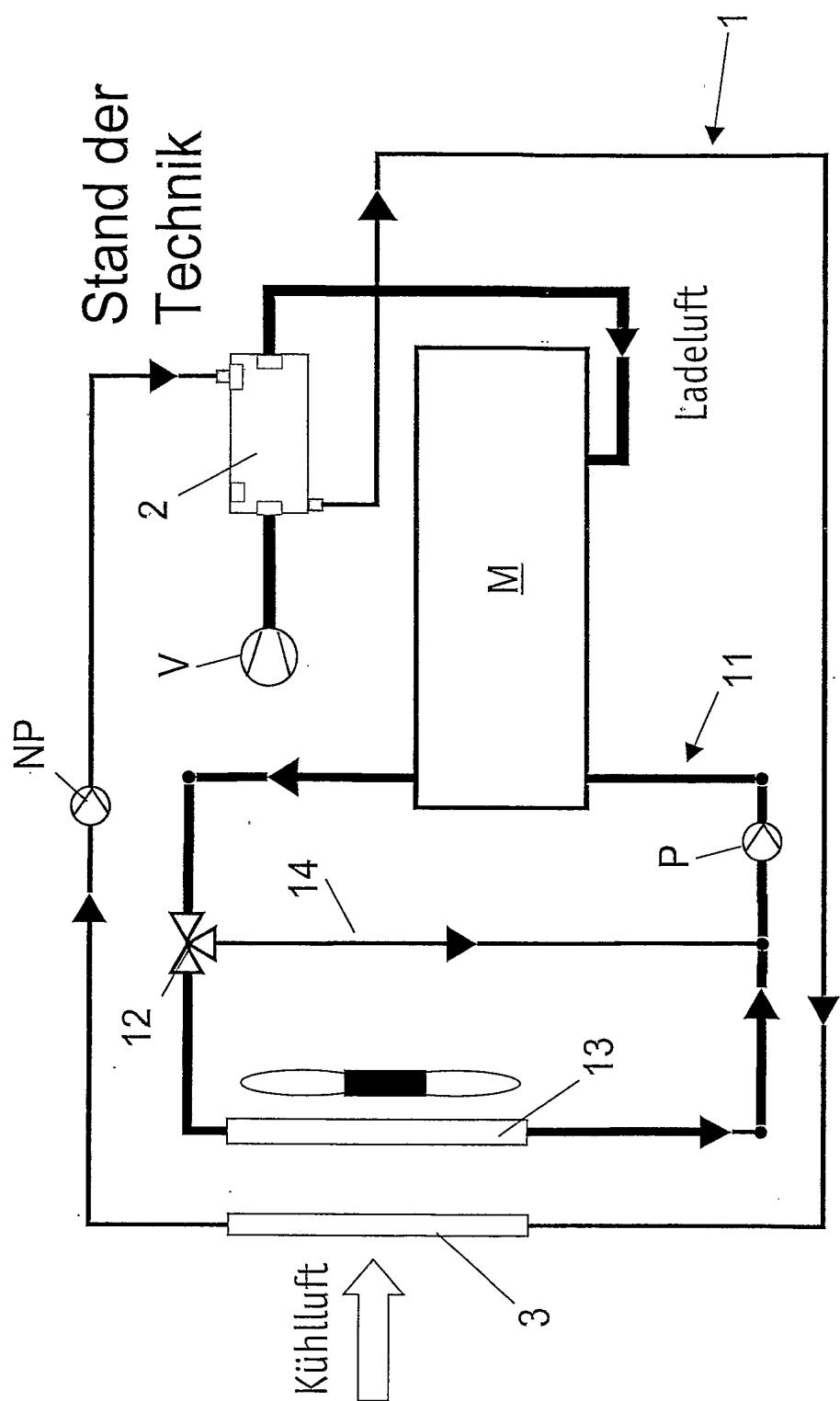


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/014249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02B29/04 F01P7/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F01P F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 325 219 A (STANG JOHN H; YAMAGUCHI HIROMASA) 20 April 1982 (1982-04-20) abstract; figures column 2, line 29 – column 7, line 12	1-3,6-10
A		4,5
X	US 2003/015183 A1 (SEALY BRENT E ET AL) 23 January 2003 (2003-01-23) abstract; figures page 1, paragraph 15 – page 2, paragraph 21	1,2,10, 11
A	DE 199 02 504 A (BEHR GMBH & CO) 10 August 2000 (2000-08-10) abstract; claims; figures	1,4
A	EP 0 584 850 A (DSM NV) 2 March 1994 (1994-03-02) abstract; claims; figures	1,4,5
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 April 2005

Date of mailing of the international search report

12/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL – 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Döring, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/014249

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102 15 262 A (DAIMLERCHRYSLER AG) 16 October 2003 (2003-10-16) abstract; figures -----	1, 6-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

 International Application No.
PCT/EP2004/014249

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4325219	A	20-04-1982	NONE		
US 2003015183	A1	23-01-2003	NONE		
DE 19902504	A	10-08-2000	DE 19902504	A1	10-08-2000
EP 0584850	A	02-03-1994	NL 9201377	A	16-02-1994
			EP 0584850	A1	02-03-1994
			JP 6185361	A	05-07-1994
			US 5372098	A	13-12-1994
DE 10215262	A	16-10-2003	DE 10246807	A1	22-04-2004
			DE 10215262	A1	16-10-2003
			JP 2003293772	A	15-10-2003
			US 2003221638	A1	04-12-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/014249

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02B29/04 F01P7/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F01P F02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 325 219 A (STANG JOHN H; YAMAGUCHI HIROMASA) 20. April 1982 (1982-04-20) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 2, Zeile 29 – Spalte 7, Zeile 12 -----	1-3,6-10
A	US 2003/015183 A1 (SEALY BRENT E ET AL) 23. Januar 2003 (2003-01-23) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 1, Absatz 15 – Seite 2, Absatz 21 -----	4,5 1,2,10, 11
A	DE 199 02 504 A (BEHR GMBH & CO) 10. August 2000 (2000-08-10) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen -----	1,4
A	EP 0 584 850 A (DSM NV) 2. März 1994 (1994-03-02) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen ----- -/-	1,4,5

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

4. April 2005

12/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL – 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Döring, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/014249

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 102 15 262 A (DAIMLERCHRYSLER AG) 16. Oktober 2003 (2003-10-16) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1, 6-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014249

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4325219	A	20-04-1982	KEINE		
US 2003015183	A1	23-01-2003	KEINE		
DE 19902504	A	10-08-2000	DE 19902504	A1	10-08-2000
EP 0584850	A	02-03-1994	NL 9201377	A	16-02-1994
			EP 0584850	A1	02-03-1994
			JP 6185361	A	05-07-1994
			US 5372098	A	13-12-1994
DE 10215262	A	16-10-2003	DE 10246807	A1	22-04-2004
			DE 10215262	A1	16-10-2003
			JP 2003293772	A	15-10-2003
			US 2003221638	A1	04-12-2003